

## *Sulla composizione chimica delle acque di pioggia in alcune località italiane*

La composizione chimica dell'acqua di pioggia è stata oggetto di indagine in Italia solo in anni recenti ed anche in tal caso le ricerche hanno sempre avuto carattere sporadico. In effetti alcune indagini nel corso degli anni 60 furono essenzialmente rivolte a quantificare l'apporto al terreno di composti azotati e comunque di «fertilizzanti» da parte appunto della pioggia (1 - 4). Per quanto si notasse l'inquinamento da ossidi di zolfo in vicinanza di zone industriali (5) non si faceva allora cenno di acidità libera presente. Solo in due pubblicazioni, relative

l'una alla zona di Camerino (Marche) (6) e l'altra al litorale toscano (7) si ritrova un fuggevole accenno ad alcune precipitazioni decisamente acide, riportate comunque quasi come una curiosità.

Una maggior copia di dati, pur ancora sporadici, può essere ritrovata nel decennio 70 (8 - 10). Furono prese in considerazione sette stazioni: Monte Capellino (Genova), Macerata, Ispra (Varese), Pian Rosà (Aosta), Bagnacavallo (Ravenna), Casaccia (Roma), Monte Cimone (Modena).

Nelle ultime due, considerate punti di in-

quinamento «zero», il pH delle precipitazioni risultò costantemente vicino alla neutralità. Anche le due località di Bagnacavallo e della Casaccia non fornirono campioni di piogge acide. Al contrario a Ispra e a Monte Capellino, situate in regioni ad elevatissima industrializzazione, le precipitazioni risultarono costantemente acide mentre nella città di Macerata questo avveniva solo nella stagione invernale ma non nella stagione estiva.

Più ampiamente desidero riferire sulla situazione in Toscana, che è quella che conosco più direttamente e in maniera più approfondita. Dalle indagini effettuate nel nostro istituto alla metà degli anni 70 (11) e successivamente riprese in questi anni 80 (12, 13) è risultato che le precipitazioni «normali» a Firenze hanno un pH medio di 4,06 in inverno e 4,49 nei mesi da aprile a ottobre. Eventi «alcalini» (intendendo per tali quelli aventi pH superiore a 5,6) si sono rilevati eventualmente nelle stagioni intermedie, in concomitanza spesso di venti da SW che convogliano verso le nostre coste anche polvere dall'Africa settentrionale, capace di neutralizzare l'acidità della pioggia.

Alla periferia della città il pH delle precipitazioni risulta in media più elevato, circa 4,4, senza una vera e propria differenziazione fra le due stagioni.

Come è noto, ciò che un analista determina è l'acidità forte e la sola misura di essa non permette di sciogliere il nodo se l'acidità sia solforica o nitrica. Sulla base tuttavia di correlazioni fra i dati opportunamente elaborati, è lecito affermare che nella più gran parte dei casi l'acidità è solforica; comunque l'insieme dei dati analitici più recenti mostra un incremento della componente nitrica rispetto a quanto rilevato sette-otto anni addietro.

Il fenomeno potrebbe essere messo in relazione — come si è cercato di fare anche negli Stati Uniti — a una graduale trasformazione del tipo di inquinamento atmosferico: dallo «smog» di Londra, tipico della

presenza di industria pesante di vecchio tipo e impiego di carbone e/o nafta per riscaldamento, allo «smog fotochimico» di Los Angeles, più correlato al traffico veicolare in climi più caldi. A tale proposito si potrebbe affermare (pur con le cautele del caso) che il comprensorio fiorentino, comprendente anche l'area dell'industria tessile di Prato, è affetto sia dallo «smog» di Londra in inverno, sia dallo «smog» di Los Angeles in estate.

Anche in altre località della Toscana le precipitazioni si manifestano acide; è il caso di Pisa e del Parco di San Rossore, nel quale si sono rilevati valori di pH talvolta anche inferiori a 4. Tuttavia va tenuto in considerazione che nelle località costiere, in occasione di venti dal mare, l'acidità eventuale della pioggia viene alterata dalla presenza di aerosol marino fino anche alla completa neutralizzazione. Il fenomeno però, nella nostra esperienza, appare limitato a una fascia di pochissimi chilometri verso l'entroterra o addirittura di poche centinaia di metri quando si frappone lo schermo della vegetazione litoranea.

Nel caso della località montana di Val-lombrosa, sull'Appennino tosco-emiliano a circa 1.000 m. sul livello del mare, ancora il pH risulta basso (nel 1983 valore medio 4,45), per quanto il sito sia da ritenere ragionevolmente distante da grossi agglomerati urbani e comprensori industriali. Una vera differenziazione stagionale non è stata finora rilevata; tuttavia può essere interessante riportare che la quasi totalità delle precipitazioni nevose in inverno è risultata «alcalina».

La panoramica esposta non può che essere considerata estremamente carente, ma rappresenta sostanzialmente la situazione sulle conoscenze del fenomeno di piogge acide in Italia, quale si è rivelata all'inizio degli anni 80. È da ritenere che, entrata recentemente l'Italia nella rete europea dei rilevamenti, ben presto il numero di dati sperimentali sarà incrementato, soprattutto per ciò che riguarda l'ubicazione delle sta-

zioni di prelievo, finora dislocate dove è stato possibile, senza un vero piano preordinato.

Mi sia concesso di fare qualche considerazione dal punto di vista del chimico analitico. Sulla base di una esperienza che oramai data da parecchi anni, sulla base quindi della conoscenza della composizione chimica di ben oltre il migliaio di campioni di acqua di pioggia, mi sento in dovere di fare un'affermazione per certi aspetti scoraggiante: ogni evento piovoso ha la sua propria storia e quindi la sua composizione chimica è diversa l'uno dall'altro. Da ciò segue immediatamente la necessità di disporre di numerosissimi dati sperimentali. Solo una corretta elaborazione di essi sarà capace di fornire andamenti delle grandezze in gioco che potranno essere ragionevolmente correlabili. Un paziente lavoro si richiede a chi lavori in questo campo, anche perché il tempo e la variabilità stagionale dei fenomeni meteorologici non possono essere artificialmente accelerati.

Assai spesso anche in località vicinissime l'acqua di un medesimo evento piovoso può fornire risultati diversi: sta all'analista saper individuarne, caso per caso, le ragioni.

L'analisi chimica, come impara ogni buon analista, comincia col campionamento: nel caso dell'acqua di pioggia esiste sempre un alto rischio che il campione non sia rappresentativo; anche per questo si impone di mediare un elevato numero di campioni. Attualmente si discute se il campionatore debba prelevare la sola precipitazione liquida o non anche la deposizione secca, come avviene lasciando in loco per lungo tempo i deposimetri. Si tratta di due rilevamenti aventi significatività differente, ma ugualmente importanti ai fini della conoscenza dei fenomeni del trasporto di inquinanti atmosferici nonché dello stato fisico e chimico in cui sono presenti. Mi sia consentito di non «scegliere» l'uno o l'altro tipo di campionamento: siano eseguiti entrambi, anche se ciò comporta un doppio lavoro

per gli analisti, perché sarà anche dal loro confronto che scaturiranno conclusioni più sicure.

Infine un'ultima considerazione. È comprensibile che in indagini su una vasta area geografica ci si limiti alla raccolta dei dati più importanti: nel caso presente potrebbe trattarsi anche soltanto delle determinazioni del pH, dei solfati e dei nitrati, come quelli più direttamente responsabili di danni all'ambiente. Tuttavia, ai fini di una approfondita comprensione dei fenomeni, almeno nei punti più «scottanti» dove si effettuano i prelievi è da ritenere che necessitino analisi a ben più largo raggio: si pensi alla presenza di inquinanti come i metalli pesanti (in alcuni casi come a San Rossore si può giungere al livello dei milligrammi per litro); si pensi anche a una giusta correlazione dei dati analitici anche relativi a elementi non inquinanti, per esempio i metalli alcalini e alcalino-terrosi; si pensi infine al vasto campo delle sostanze organiche che possono inquinare l'atmosfera e conseguentemente l'acqua di pioggia e le cui conoscenze sono vicine a zero. C'è insomma tanto lavoro pronto per il futuro.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1 — E. GARGANO-IMPERATO (1963): *Ann. Fac. Agr. Univ. Napoli, Serie III, 29, 369.*
- 2 — F. PALMIERI (1965): *Ibidem, 30, 479.*
- 3 — N. ROSSI, F. NUCCIOTTI (1968): *Agrochimica, 12, 240.*
- 4 — F. NUCCIOTTI, N. ROSSI (1968): *Ibidem, 12, 540.*
- 5 — F. NUCCIOTTI, G. SIMONINI, O. VITTORI (1968): *Riv. Meteor. Aeron., 28 (3), 1.*
- 6 — A. MURRI, E. PICIOTTI (1968): *Geofis. Meteor., 17 (3/4), 49.*
- 7 — P.L. LAPUCCI (1968): *Riv. Ital. Igiene, 28, 589.*
- 8 — A. LIBERTI, D. BROCCO, V. CANUTI (1974): *Inquinamento, 16 (1), 12.*
- 9 — R. FUSARI, A. MURRI, C. SCUTERINI (1974): *Ibidem, 16 (1), 16.*
- 10 — D. BROCCO, V. DI PALO, M. POSSANZINI (1974): *Rass. chim., 26, 344.*
- 11 — F. PANTANI, P. CELLINI, E. RACANELLI, G. SIGG (1977): *Inquinamento, 19 (9), 3.*
- 12 — F. PANTANI (1983): *Ital. Forest. Mont., 38, 10.*
- 13 — F. PANTANI, E. BARBOLANI, S. DEL PANTA, F. BUSSOTTI (1984): *Rass. chim., in public.*